

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3212434 C3

⑤ Int. Cl. 5:  
G01F 23/24  
G 01 D 5/24

⑳ Aktenzeichen: P 32 12 434.1-52  
㉑ Anmeldetag: 2. 4. 82  
㉒ Offenlegungstag: 13. 10. 83  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 6. 84  
㉔ Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents: 3. 1. 91

DE 3212434 C3

Patentschrift nach Einspruchsverfahren geändert

㉗ Patentinhaber:

Endress u. Hauser GmbH u. Co, 7864 Maulburg, DE

㉘ Vertreter:

Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;  
Schwepfinger, K., Dipl.-Ing., 8000 München; Bunke,  
M., Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart; Bunke, H., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,  
8000 München

㉙ Erfinder:

Kahlert, Albrecht, 7860 Schopfheim, DE

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 20 47 987  
DE-AS 12 75 777  
DE-OS 26 43 522  
DD 41 579  
GB 20 83 225 A  
US 39 10 118  
US 37 81 672  
US 37 06 980

㉛ Füllstandsgrenzscharter für elektrisch leitende Füllgüter

DE 3212434 C3

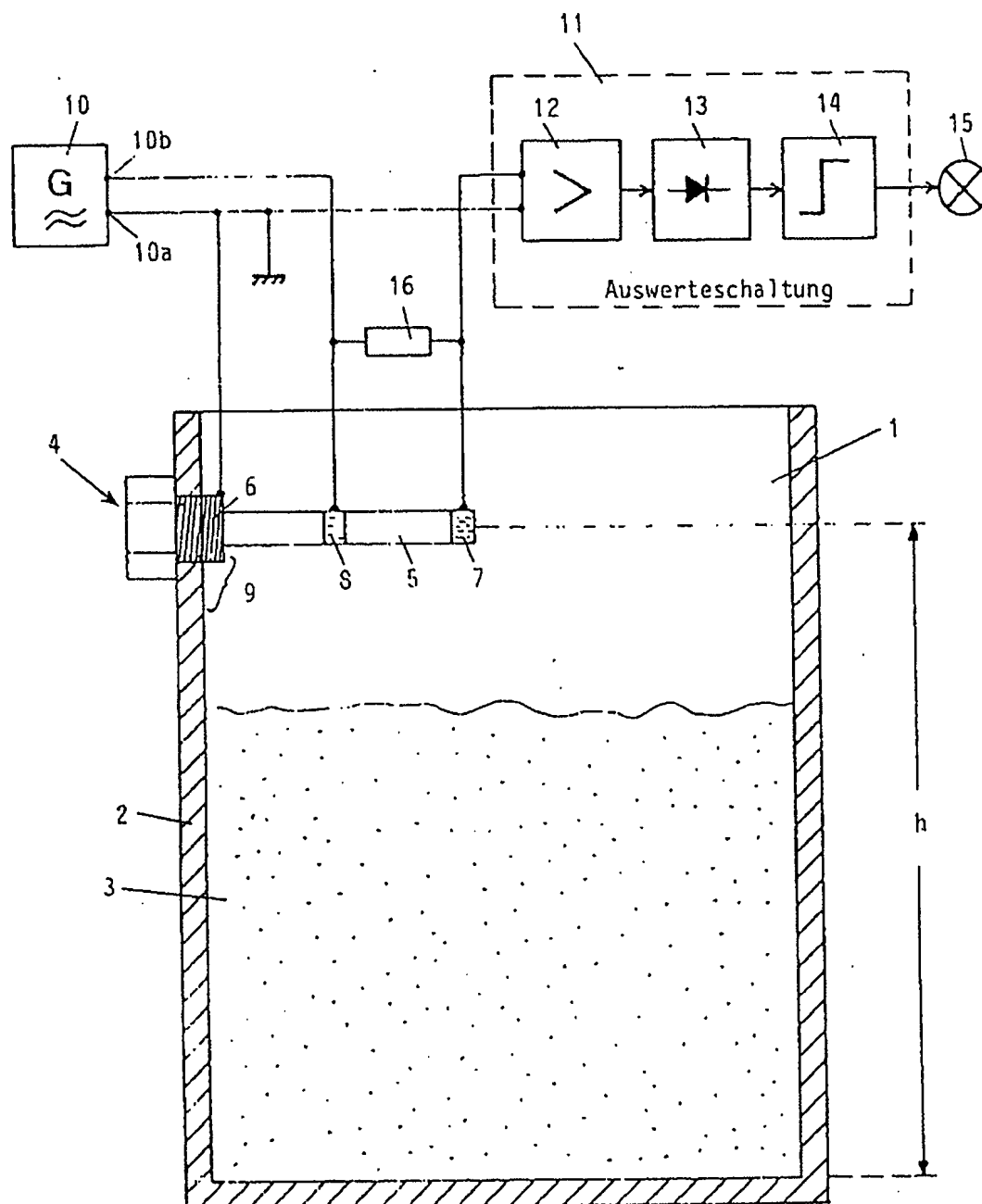


Fig. 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Füllstandsgrenzschalter für elektrische Füllgüter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Füllstandsgrenzschaltern dieser Art bildet das Füllgut, sobald es in Berührung mit der Sensor-Elektrode kommt, einen elektrischen Leitwert zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode, so daß aufgrund der angelegten Wechselspannung ein Strom fließt. Die Auswerteschaltung spricht entweder auf das Fließen des Stroms oder auf einen durch den Stromfluß verursachten Spannungsabfall an und zeigt dadurch das Erreichen des festzustellenden Füllstands an. Wenn Füllstandsgrenzschalter dieser Art für Füllgüter verwendet werden, die zur Ansatzbildung neigen, besteht die Gefahr von Fälschanzeigen. Zu solchen Füllgütern gehören beispielsweise Fruchtsäfte, Marmeladen, Senf und andere dickflüssige oder klebrige Medien. Nach wiederholtem Bedecken der Sonde durch ein solches Füllgut bildet sich an der Sonde ein Ansatz, der im wesentlichen die gleiche Leitfähigkeit wie das Füllgut hat.

Bei einem aus der DE-AS 12 75 777 bekannten Füllstandsgrenzschalter, der alle Merkmale des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 aufweist, ist die Auswerteschaltung mit der Sensor-Elektrode und der Zwischen-Elektrode verbunden, so daß sie in Reihe mit dem zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode bestehenden elektrischen Leitwert an der Wechselspannung liegt, und sie ist so niederohmig ausgebildet, daß sie auf den von der Wechselspannung erzeugten, über diese Reihenschaltung fließenden Strom anspricht. Wenn das Füllgut die Sensor-Elektrode nicht erreicht, ist die Reihenschaltung zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode unterbrochen, so daß kein Strom fließt. Dieser Zustand wird von der Auswerteschaltung als Kriterium dafür gedeutet, daß der festzustellende Füllstand nicht erreicht ist. Wenn dagegen das Füllgut die Sensorelektrode berührt, fließt über die Reihenschaltung ein Strom, der anzeigt, daß der festzustellende Füllstand erreicht ist. Durch diese Ausbildung der Leitfähigkeits-Sonde mit drei Elektroden soll erreicht werden, daß Ansatzbildungen des Füllguts an der Sonde das Meßergebnis nicht beeinträchtigen. Eine Ansatzbildung des Füllguts zwischen der Masse-Elektrode und der Zwischen-Elektrode liegt parallel zum Ausgang der Wechselspannungsquelle, so daß sie ohne Einfluß auf den von der Auswerteschaltung erfaßten Stromfluß ist. Eine Ansatzbildung zwischen der Zwischen-Elektrode und der Sensor-Elektrode liegt parallel zum Eingang der Auswerteschaltung, so daß von der Auswerteschaltung nur noch ein verringerter Teilstrom erfaßt wird, wenn das Füllgut die Sensor-Elektrode berührt und dadurch einen Stromfluß verursacht. Durch geeignete Bemessung der Ansprechschwelle der Auswerteschaltung ist es jedoch auch bei einer Ansatzbildung noch möglich, zwischen den beiden Zuständen "kein Strom" und "Strom" zu unterscheiden, die anzeigen, ob der festzustellende Füllstand erreicht ist oder nicht. Allerdings besteht das Problem, daß der eine Zustand "kein Strom", der das Nichterreichen des festzustellenden Füllstands anzeigt, auch im Fall einer Leitungsunterbrechung oder eines anderen Ausfalls der Schaltung besteht. Eine solche Störung ist daher für den Benutzer nicht erkennbar.

Ein in gleicher Weise aufgebauter Füllstandsgrenzschalter, der aus der DE-OS 26 43 522 bekannt ist, soll das Aufheizen des Boilers einer Heizungsanlage nur bei einem ausreichenden Füllstand des Boilerwassers zulassen,

jedoch unabhängig vom Füllstand das Aufheizen verhindern, wenn sich an der Leitfähigkeits-Sonde ein Ansatz von Kesselstein gebildet hat. Zu diesem Zweck wird die Ansprechschwelle der Auswerteschaltung so eingestellt, daß das Aufheizen nur dann zugelassen wird, wenn das die Sonden-Elektrode berührende Boilerwasser bei fehlender Ansatzbildung einen Maximalstrom erzeugt, während das Aufheizen sowohl beim Strom Null als auch bei einem durch Ansatzbildung verursachten Teilstrom verhindert wird. Dieser Füllstandsgrenzschalter arbeitet also nicht unabhängig von einer Ansatzbildung an der Sonde, sondern er dient im Gegenteil dazu, Ansatzbildungen festzustellen. Ferner gibt es auch bei diesem Füllstandsgrenzschalter einen Betriebszustand, in welchem kein Signal besteht, so daß nicht erkennbar ist, ob der Füllstandsgrenzschalter betriebsbereit ist oder ob eine Störung vorliegt.

Ein aus der GB-OS 20 83 225 bekannter Füllstandsgrenzschalter für elektrisch leitende Flüssigkeiten mit drei Elektroden ist ebenfalls so ausgebildet, daß er im Fall einer unerwünschten Ansatzbildung ein Alarmsignal liefert. Die Auswerteschaltung ist in diesem Fall mit der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode verbunden und so ausgebildet, daß sie auf Änderungen der elektrischen Spannung zwischen diesen beiden Elektroden anspricht, die dadurch verursacht werden, daß die Sensor-Elektrode und die dritte Elektrode durch die Flüssigkeit elektrisch leitend miteinander verbunden werden. Eine wesentliche Voraussetzung für das Funktionieren dieses Füllstandsgrenzschalters besteht darin, daß zwischen der Sensor-Elektrode und der dritten Elektrode kein elektrisch leitender Ansatz entstehen darf, denn ein solcher Ansatz würde ständig vortäuschen, daß die Flüssigkeit den festzustellenden Füllstand erreicht hat. Deshalb darf die dritte Elektrode nicht als Zwischen-Elektrode auf dem gleichen Sondenkörper wie die Sensor-Elektrode angebracht sein. Dagegen können Ansatzbildungen zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode oder zwischen der dritten Elektrode und der Masse-Elektrode entstehen. In diesen Fällen zeigt die Auswerteschaltung stets das Unterschreiten des festzustellenden Füllstands an, auch wenn die Flüssigkeit in Wirklichkeit den festzustellenden Füllstand erreicht hat.

Bei einem aus der US-PS 39 10 118 bekannten Füllstandsgrenzschalter für elektrisch leitende Flüssigkeiten mit einer Sensor-Elektrode, einer Masse-Elektrode und einer Zwischen-Elektrode wird der Einfluß unterschiedlicher Leitfähigkeiten des Füllguts auf das Meßergebnis dadurch unterdrückt, daß die Widerstandsstrecken zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode einerseits und zwischen der Masse-Elektrode und der Zwischen-Elektrode andererseits in zwei Zweigen einer Brückenschaltung liegen, deren beiden anderen Brückenzweige durch Festwiderstände gebildet sind. Die Brückenschaltung soll abgeglichen sein, wenn die Flüssigkeit weder die Sensor-Elektrode noch die Zwischen-Elektrode berührt, und sie soll in einer bestimmten Richtung verstimmt werden, wenn die Flüssigkeit diese beiden Elektroden berührt. Ein beim Absinken des Füllstands zurückbleibender Flüssigkeitsfilm zwischen der Masse-Elektrode und der Zwischen-Elektrode soll dagegen eine Verstimmung der Brücke in der entgegengesetzten Richtung verursachen. Ein solcher Füllstandsgrenzschalter erfordert eine sorgfältige Abstimmung der Brückenschaltung. Die Möglichkeit einer Ansatzbildung zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode oder zwischen der Sensor-Elektrode und der

Zwischen-Elektrode ist nicht in Betracht gezogen. Dieser bekannte Füllstandsgrenzschalter ist daher für dickflüssige, klebrige oder in anderer Weise zur Ansatzbildung neigende Füllgüter nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Füllstandsgrenzschalters für elektrisch leitende Medien, der unabhängig von Ansatzbildungen an der Sonde das Erreichen des festzustellenden Füllstands richtig anzeigt, in einem weiten Bereich der Leitfähigkeit des Füllguts ohne Notwendigkeit eines Abgleichs betrieben werden kann und in jedem Betriebszustand die Funktionsbereitschaft erkennen läßt.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Wenn bei dem Füllstandsgrenzschalter nach der Erfindung die Sonde von dem Füllgut bedeckt ist, bildet die Sensor-Elektrode den Abgriff eines Potentiometers, dessen Widerstandswege durch das Füllgut gebildet sind, das einerseits den Zwischenraum zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode und andererseits den Zwischenraum zwischen der Sensor-Elektrode und der Zwischen-Elektrode überbrückt. Ein auf der Sonde befindlicher Ansatz zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode wirkt sich in gleicher Weise wie das diesen Zwischenraum überbrückende Füllgut aus. An der Sensor-Elektrode steht somit eine Wechselspannung zur Verfügung, die entsprechend dem Spannungsteilverhältnis des Potentiometers kleiner als die an die Zwischen-Elektrode angelegte Wechselspannung ist. Das Füllgut, das den Zwischenraum zwischen der Zwischen-Elektrode und der Masse-Elektrode überbrückt, bildet einen Leitwert, der parallel zum Potentiometer liegt und daher die Spannungsteilung nicht beeinflußt. Das gleiche gilt für einen Ansatz, der sich zwischen der Zwischen-Elektrode und der Masse-Elektrode gebildet hat.

Wenn dagegen das Füllgut den durch die Einbauhöhe der Sonde bestimmten Füllstand nicht erricht und deshalb die Sonde und ihre Elektroden nicht berührt, wird die volle Wechselspannung, die an die Zwischen-Elektrode angelegt ist, über den die Zwischen-Elektrode mit der Sensor-Elektrode verbindenden Widerstand sowie, im Fall einer Ansatzbildung, über den parallel zu diesem Widerstand liegenden Leitwert des Ansatzes, der den Zwischenraum zwischen der Zwischen-Elektrode und der Sensor-Elektrode überbrückt, zur Sensor-Elektrode übertragen. Die Ansatzbildung zwischen der Zwischen-Elektrode und der Sensor-Elektrode wird also für die Funktion des Füllstandsgrenzschalters bewußt ausgenutzt. Der die Zwischen-Elektrode und die Sonden-Elektrode verbindende Widerstand dient nur als Nachbildung eines Ansatzes, um die Spannungsübertragung auch dann zu gewährleisten, wenn sich noch kein Ansatz gebildet hat.

Infolge dieser Ausbildung des Füllstandsgrenzschalters mißt die Auswerteschaltung zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode bei nicht vom Füllgut bedeckter Sonde die volle Wechselspannung und bei bedeckter Sonde eine wesentlich kleinere Wechselspannung. Dieser Spannungsunterschied ist ein eindeutiges und sicheres Kriterium dafür, ob der Füllstand die Sonde erreicht hat oder nicht. Ferner ist in jedem Betriebszustand der Sonde ein Signal vorhanden, das die Funktionsbereitschaft anzeigt. Wenn am Eingang der Auswerteschaltung die Spannung Null anliegt, zeigt dies einen Ausfall des Füllstandsgrenzschalters an.

Da die beiden Widerstandswege des Potentiometers vom Füllgut bzw. vom Füllgutansatz gebildet sind,

wirken sich Änderungen der Leitfähigkeit des Füllguts in gleicher Weise auf die beiden Widerstandswege aus. Das Spannungsteilverhältnis des Potentiometers bleibt daher, unabhängig von Leitfähigkeitsänderungen, im wesentlichen konstant. Der Füllstandsgrenzschalter kann daher für verschiedenartige Füllgüter oder für Füllgüter mit schwankender Leitfähigkeit verwendet werden, ohne daß eine Änderung des Abgleichs erforderlich ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Gegenstands der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die in der Zeichnung dargestellt sind. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ein elektrisch leitendes Füllgut enthaltenden Behälters mit einem Füllstandsgrenzschalter nach der Erfindung,

Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung zur Erläuterung der Funktion des Füllstandsgrenzschalters, wenn die Sonde nicht in das Füllgut eintaucht,

Fig. 3 das elektrische Ersatzschaltbild des in Fig. 2 dargestellten Zustandes,

Fig. 4 eine vereinfachte Darstellung zur Erläuterung der Funktion des Füllstandsgrenzschalters, wenn die Sonde in das Füllgut eintaucht,

Fig. 5 das elektrische Ersatzschaltbild des in Fig. 4 dargestellten Zustandes,

Fig. 6 die Vorderansicht einer anderen Ausführungsform der Sonde und

Fig. 7 eine Schnittansicht der Sonde von Fig. 6.

Fig. 1 zeigt sehr schematisch einen Behälter 1, dessen Behälterwand 2 aus Metall besteht. Der Behälter 1 enthält ein elektrisch leitendes Füllgut 3. In einer Höhe  $h$  über dem Boden des Behälters 1 ist eine stabförmige Sonde 4 befestigt. Die Sonde 4 besteht aus einem Sondenstab 5, der an einem in eine Öffnung der Behälterwand 2 eingeschraubten Gewindekopf 6 so befestigt ist, daß er horizontal in das Innere des Behälters 1 ragt. Am freien Ende des Sondenstabs 5 ist eine Sensor-Elektrode 7 angebracht. Zwischen der Sensor-Elektrode 7 und dem Gewindekopf 6 ist etwa in der Mitte des Sondenstabs 5 eine Zwischen-Elektrode 8 so angebracht, daß sie sowohl von der Sensor-Elektrode 7 als auch von dem Gewindekopf 6 im Abstand liegt. Der Gewindekopf 6 steht in elektrisch leitender Verbindung mit der metallischen Behälterwand 2 und bildet zusammen mit dieser Metallwand eine Masse-Elektrode, die in ihrer Gesamtheit mit 9 bezeichnet werden soll. Die Elektroden 7 und 8 sind voneinander und von der Masse-Elektrode 9 isoliert. Zu diesem Zweck kann der Sondenstab 5 aus Isoliermaterial bestehen; falls er aus Metall besteht, sind die Elektroden 7 und 8 in geeigneter Weise von dem Sondenstab 5 isoliert.

In Fig. 1 ist die Sonde 4 der Deutlichkeit wegen im Verhältnis zu den Abmessungen des Behälters 1 übertrieben groß dargestellt. Ferner sind die Elektrodenanschlüsse nur sehr schematisch gezeigt; sie sind in Wirklichkeit durch den Gewindekopf 6 und durch den Sondenstab 5 zu den Elektroden geführt.

Die Sonde 4 dient in Verbindung mit elektronischen Schaltungen zur Feststellung, ob der Füllstand im Behälter 1 die Höhe  $h$  erreicht hat oder nicht. Zu diesem Zweck ist ein Wechselspannungsgenerator 10 vorgesehen, der an seinen Ausgangsklemmen 10a, 10b eine Wechselspannung geeigneter Frequenz und Amplitude abgibt. Die Klemme 10a, die an Masse liegt, ist mit dem

Gewindekopf 6, also mit der Masse-Elektrode 9 verbunden. Die Zwischen-Elektrode 8 ist an die Klemme 10b angeschlossen. Somit liegt die Ausgangs-Wechselspannung des Generators 10 zwischen der Zwischen-Elektrode 8 und der Masse-Elektrode 9.

Die an der Sensor-Elektrode 7 abgegriffene Wechselspannung wird dem Eingang einer Auswerteschaltung 11 zugeführt. Die Auswerteschaltung 11 enthält einen Verstärker 12, dessen eine Eingangsklemme mit der Sensor-Elektrode 7 verbunden ist und dessen andere Eingangsklemme an Masse liegt. Somit liegt am Eingang des Verstärkers 12 die zwischen der Sensor-Elektrode 7 und der Masse-Elektrode 9 bestehende Wechselspannung.

In der Auswerteschaltung 11 ist dem Verstärker 12 eine Gleichrichterschaltung 13 nachgeschaltet, welche die vom Verstärker 12 verstärkte Wechselspannung gleichrichtet. Die gleichgerichtete Spannung wird dem Eingang einer Schwellenschaltung 14 zugeführt, deren Ausgangsspannung den einen oder den anderen von zwei Werten annimmt, je nachdem, ob die dem Eingang zugeführte gleichgerichtete Spannung über oder unter einem eingestellten Schwellenwert liegt. Die Schwellenschaltung 14 kann beispielsweise durch einen Schmitt-Trigger gebildet sein. Das Ausgangssignal der Schwellenschaltung 14 kann in der üblichen Weise einer Anzeigevorrichtung 15 zugeführt werden, die anzeigt, ob der Füllstand im Behälter 1 die Höhe  $h$  erreicht hat oder nicht; natürlich können mit dem gleichen Ausgangssignal, falls erwünscht, auch Schaltvorgänge ausgelöst werden.

Die Funktionsweise des in Fig. 1 dargestellten Füllstandsgrenzschalters soll anhand der Fig. 2 bis 5 erläutert werden.

Fig. 2 zeigt in vereinfachter Darstellung wieder die Anordnung von Fig. 1 in dem Betriebszustand, der für den Fall gilt, daß der Füllstand im Behälter 1 die Höhe der Sonde 4 nicht erreicht hat. Ferner ist in Fig. 2 angenommen, daß sich auf dem Sondenstab 5 ein Ansatz 17 aus dem Füllgut gebildet hat. Der Ansatz 17 hat im wesentlichen die gleiche spezifische Leitfähigkeit wie das Füllgut 3 und stellt somit eine mit einem gewissen Widerstand behaftete elektrische Verbindung zwischen der Sensor-Elektrode 9 dar. Die elektrischen Ersatzwiderstände des Ansatzes 17 sind in Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet; der Widerstand  $R_1$  stellt den Widerstand des die Zwischen-Elektrode 8 mit der Masse-Elektrode 9 verbindenden Teils des Ansatzes 17 dar, und der Widerstand  $R_2$  stellt den Widerstand des Teils des Ansatzes 17 dar, der die Sensor-Elektrode 7 mit der Masse-Elektrode 8 verbindet. Der Widerstand  $R_2$  liegt parallel zu dem Widerstand 16, dessen Widerstandswert mit  $R_{16}$  bezeichnet wird.

Fig. 3 zeigt das elektrische Ersatzschaltbild der Anordnung in dem Zustand von Fig. 2. Die vom Wechselspannungsgenerator 10 abgegebene Wechselspannung  $U_G$  liegt zwischen der Zwischen-Elektrode 8 und der Masse-Elektrode 9. Die Zwischen-Elektrode 8 ist einerseits über den Widerstand  $R_1$  mit der Masse-Elektrode 9 und andererseits über die Parallelschaltung aus den Widerständen  $R_2$  und  $R_{16}$  mit der Sensor-Elektrode 7 verbunden.

Somit ist die zwischen der Sensor-Elektrode 7 und der Masse-Elektrode 9 abgegriffene Spannung  $U_S$  gleich der vom Generator 10 abgegebenen Wechselspannung  $U_G$ . Der Widerstand  $R_1$  belastet zwar den Generator 10, er beeinflusst aber nicht die Spannung  $U_S$ .

Fig. 4 zeigt den Betriebszustand, in welchem das Füll-

gut 3 die Höhe der Sonde 4 erreicht hat. Das Füllgut ergibt nunmehr zusätzlich zu dem Ansatz 17 eine leitende Verbindung zwischen den Elektroden 7, 8 und 9. Die vom Füllgut bewirkte leitende Verbindung zwischen der Zwischen-Elektrode 8 und der Masse-Elektrode 9 ist in Fig. 4 symbolisch durch den Widerstand  $R_3$  dargestellt, während der Widerstand  $R_4$  die vom Füllgut bewirkte leitende Verbindung zwischen der Sensor-Elektrode 7 und der Zwischen-Elektrode 8 repräsentiert.

Ferner ergibt das Füllgut eine leitende Verbindung zwischen der Sensor-Elektrode 7 und allen vom Füllgut berührten Flächen der Behälterwand 2. Diese leitende Verbindung ist symbolisch durch den Widerstand  $R_5$  dargestellt.

Das entsprechende Ersatzschaltbild ist in Fig. 5 gezeigt. Es unterscheidet sich von dem Schaltbild von Fig. 3 zunächst dadurch, daß parallel zu dem Widerstand  $R_1$  der Widerstand  $R_3$  und parallel zu dem Widerstand  $R_2$  der Widerstand  $R_4$  liegt. Durch diese Parallelschaltung werden jedoch nur die wirksamen Werte der Gesamtwiderstände verkleinert, ohne daß die Funktion der Anordnung grundsätzlich verändert wird.

Dagegen liegt nunmehr der Widerstand  $R_5$  in Reihe mit der Parallelschaltung aus den Widerständen  $R_2$ ,  $R_4$ ,  $R_{16}$  zwischen den Elektroden 8 und 9, so daß diese Widerstände einen Spannungsteiler bilden, dessen Abgriff die Sensor-Elektrode 7 ist. Die an der Sensor-Elektrode 7 abgegriffene Spannung  $U_S$  ist daher entsprechend dem Spannungsteilverhältnis dieses Spannungsteilers kleiner als die Generatorspannung  $U_G$ .

Der Schwellenwert der Schwellenschaltung 14 in der Auswerteschaltung 11 (Fig. 1) ist so eingestellt, daß die durch Gleichrichtung der Ausgangsspannung  $U_S$  erhaltene Gleichspannung im Fall von Fig. 3 über diesem Schwellenwert und im Fall von Fig. 5 unter dem Schwellenwert liegt. Die Auswerteschaltung 11 kann daher zwischen den beiden in Fig. 2 und in Fig. 4 dargestellten Betriebszuständen deutlich unterscheiden und am Ausgang ein Ausgangssignal abgeben, das im Betriebszustand von Fig. 2 den einen und im Betriebszustand von Fig. 4 den anderen Signalwert hat.

Es ist zu beachten, daß der Widerstand  $R_5$  im Vergleich zu den Widerständen  $R_2$  und  $R_4$  einen verhältnismäßig kleinen Widerstandswert hat, denn er repräsentiert den Stromquerschnitt des gesamten Füllguts im Behälter. Das Spannungsteilverhältnis  $U_S/U_G$  des von den Widerständen  $R_2$ ,  $R_4$  einerseits und vom Widerstand  $R_5$  andererseits gebildeten Spannungsteilers ist daher wesentlich kleiner als 1 : 1, so daß die Werte der Spannung  $U_S$  in den beiden Betriebszuständen von Fig. 2 und Fig. 4 deutlich voneinander verschieden sind. Die Auswerteschaltung 11 kann daher diese Spannungswerte mit einem guten Sicherheitsabstand voneinander unterscheiden.

Der Widerstand 16 dient lediglich dem Zweck, im Betriebszustand von Fig. 2 eine Übertragung der Spannung von der Zwischen-Elektrode 8 zur Sensor-Elektrode 7 auch dann zu gewährleisten, wenn sich noch kein Ansatz auf der Sonde gebildet hat. Der Widerstandswert  $R_{16}$  kann daher groß gegen die Werte der Widerstände  $R_2$  und  $R_4$  gewählt werden, so daß das Spannungsteilverhältnis durch den Widerstand  $R_{16}$  nicht merklich beeinflusst wird.

Eine Änderung der spezifischen Leitfähigkeit des Füllguts 3 im Behälter hat praktisch keinen Einfluß auf das Spannungsteilverhältnis, denn es verändert die Werte der Widerstände  $R_2$ ,  $R_4$  und  $R_5$  im gleichen Verhältnis. Die Funktion des Füllstandsgrenzschalters

bleibt daher bei einer Änderung der spezifischen Leitfähigkeit des Füllguts im wesentlichen unverändert, ohne daß ein erneuter Abgleich des Schwellenwerts in der Auswerteschaltung 11 erforderlich ist. Dies gilt auch für den Fall, daß der gleiche Füllstandsgrenzschalter für verschiedene Füllgüter mit unterschiedlicher Leitfähigkeit verwendet wird.

Ferner ist zu erkennen, daß auch die Bildung des Ansatzes 17 auf der Sonde 4 keinen nachteiligen Einfluß auf die Funktion des Füllstandsgrenzschalters hat. Wenn der Ansatz 17 nicht vorhanden ist, bedeutet dies, daß die Widerstände R1 und R2 entfallen. Der Fortfall des Widerstands R1 hat lediglich zur Folge, daß der Wechselspannungsgenerator 10 weniger belastet wird. Im Fall von Fig. 2 und 3 übernimmt der Widerstand R16 die Funktion des Widerstands R2 und im Fall von Fig. 5 wird der Spannungsteiler durch die Widerstände R4 und R5 gebildet.

Hinsichtlich der Auslegung des Wechselspannungsgenerators 10 ist zu beachten, daß dieser Generator, je nach der Leitfähigkeit des Füllguts 3 und dem Füllstand im Behälter, sehr unterschiedlich belastet wird. Die richtige Funktion des Füllstandsgrenzschalters setzt aber voraus, daß die Ausgangsspannung  $U_G$ , unabhängig von der Belastung, im wesentlichen konstant bleibt. Der Generator 10 muß daher sehr niederohmig und ausreichend hoch belastbar ausgelegt sein. In der Praxis hat es sich als ausreichend erwiesen, wenn die vom Wechselspannungsgenerator 10 gelieferte Wechselspannung einen Effektivwert von etwa 0,4 V hat. Bei einem Gesamtwert des Widerstands des Füllguts im Behälter von etwa 1  $\Omega$ , wie er in der Praxis vorkommt, muß der Generator dann einen Strom von etwa 0,4 A liefern.

Die Frequenz der vom Generator 10 gelieferten Wechselspannung kann in einem großen Bereich gewählt werden. Es ist durchaus möglich, mit der Netzfrequenz von 50 Hz zu arbeiten; die Wechselspannung kann dann aus der Netzwechselspannung gewonnen werden. Bei niederohmigen Füllgütern hat es sich aber als vorteilhaft erwiesen, mit höheren Frequenzen zu arbeiten; es konnten Frequenzen bis zu 20 kHz mit Erfolg angewendet werden.

Die Form und Lage der Elektroden der Sonden kann entsprechend dem jeweiligen Anwendungsfall sehr unterschiedlich ausgeführt sein. Der Füllstandsgrenzschalter ist keineswegs auf die Verwendung von stabförmigen Sonden, wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, beschränkt. Als Beispiel ist in der Fig. 6 und 7 eine Ringsonde dargestellt, bei der die ringförmige Zwischen-Elektrode 8' die Sensor-Elektrode 7' im Abstand konzentrisch umgibt und ihrerseits im Abstand von der ringförmigen Masse-Elektrode 9' umgeben ist. Wie Fig. 7 zeigt, kann die Masse-Elektrode 9' durch eine tellerförmige Metallplatte 18 gebildet sein, die eine flache Vertiefung aufweist, in die eine Scheibe 19 aus Isoliermaterial eingelegt ist. Die Elektrode 7' und 8' sind durch Metallbeläge auf der Scheibe 19 gebildet. Die nicht dargestellten Anschlüsse für die Elektroden 7' und 8' können durch die Metallplatte 18 und die Scheibe 19 hindurchgeführt sein.

Zur Erzielung der geschilderten Funktion ist es bei jeder gewählten Sonderkonstruktion lediglich erforderlich, daß die Zwischen-Elektrode, an die die Wechselspannung gelegt wird, derart zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode angeordnet ist, daß die Zwischenräume zwischen den jeweiligen Elektroden durch eine eventuelle Ansatzbildung überbrückt wer-

Die Verwendung des zuvor beschriebenen Füllstandsgrenzschalters ist auch nicht auf den Fall beschränkt, daß der Behälter für das Füllgut aus Metall besteht. Beim Einsatz in isolierenden Behältern ist lediglich dafür zu sorgen, daß eine Masse-Elektrode ausreichender Größe so angebracht ist, daß sie wenigstens dann mit dem Füllgut außerhalb einer eventuellen Ansatzbildung in Berührung steht, wenn das Füllgut die Sonde bedeckt. Dies kann beispielsweise durch eine auf den Boden des Behälters gelegte Metallplatte oder durch eine den Gewindekopf der Sonde umgebende Metallfläche ausreichender Größe erreicht werden.

#### Patentansprüche

##### 1. Füllstandsgrenzschalter für elektrisch leitende Füllgüter

a) mit einer auf der Höhe (h) des festzustellenden Füllstandes angeordneten Leitfähigkeits-Sonde (4), die eine Sensor-Elektrode (7) hat, die mit dem Füllgut nur dann in elektrischen Kontakt kommt, wenn dieses den festzustellenden Füllstand erreicht;

b) mit einer Masse-Elektrode (6), die zumindest dann in elektrischem Kontakt mit dem Füllgut steht, wenn dieses den festzustellenden Füllstand erreicht hat;

c) mit einer auf dem gleichen Sondenkörper (5; 18, 19) wie die Sensor-Elektrode (7) zwischen dieser und der Masse-Elektrode (6) angeordneten Zwischen-Elektrode (8);

d) mit einer Anordnung (10) zum Anlegen einer Wechselspannung an die Masse-Elektrode (6) und die Zwischen-Elektrode (8);

e) und mit einer Auswerteschaltung (11), die mit zwei Elektroden (6, 7) verbunden ist und auf Änderungen einer elektrischen Größe zwischen diesen beiden Elektroden anspricht; gekennzeichnet durch die Vereinigung folgender Merkmale:

f) die Auswerteschaltung (11) ist mit der Sensor-Elektrode (7) und der Masse-Elektrode (6) verbunden und so ausgebildet, daß sie auf Änderungen der elektrischen Spannung zwischen der Sensor-Elektrode und der Masse-Elektrode anspricht;

g) die Sensor-Elektrode (7) und die Zwischen-Elektrode (8) sind über einen Widerstand (16) miteinander verbunden, der eine Übertragung der Spannung von der Zwischen-Elektrode (8) zur Sensor-Elektrode (7) auch dann gewährleistet, wenn sich noch kein Ansatz auf der Sonde gebildet hat.

##### 2. Füllstandsgrenzschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

a) die Sonde (4) stabförmig (5) ist und

b) die Sensor-Elektrode (7) und die Zwischen-Elektrode (8) in der Längsrichtung des Sondenstabes im Abstand voneinander angeordnet sind

##### 3. Füllstandsgrenzschalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischen-Elektrode (8') ringförmig ist und koaxial zur Sensor-Elektrode (7') angeordnet ist.

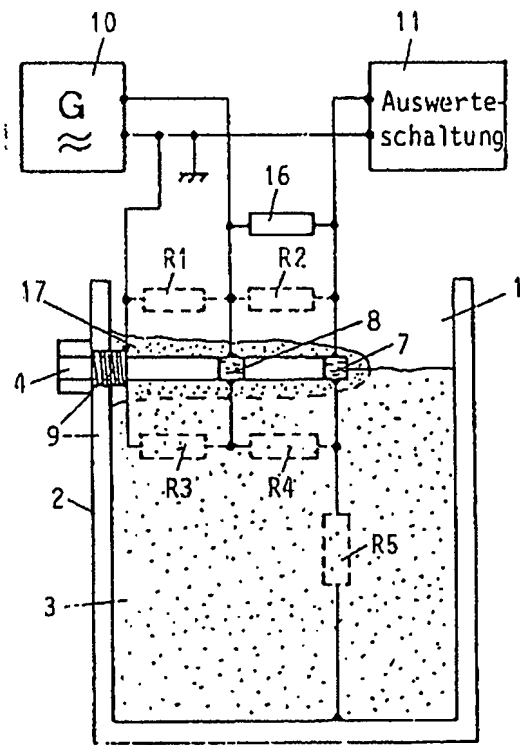


Fig.4

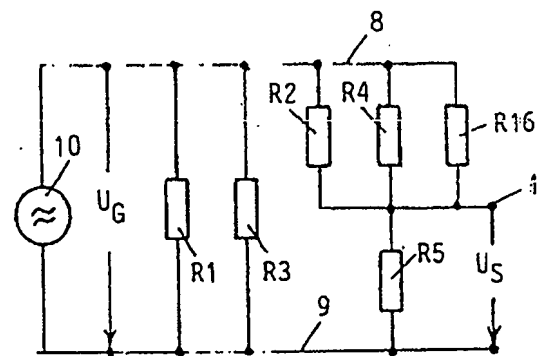


Fig.5

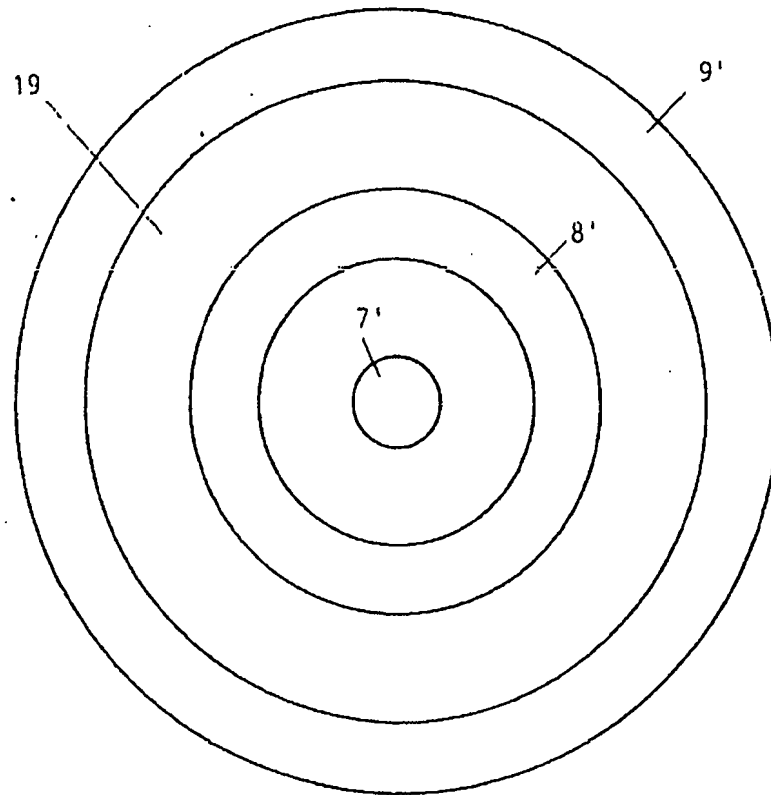


Fig. 6

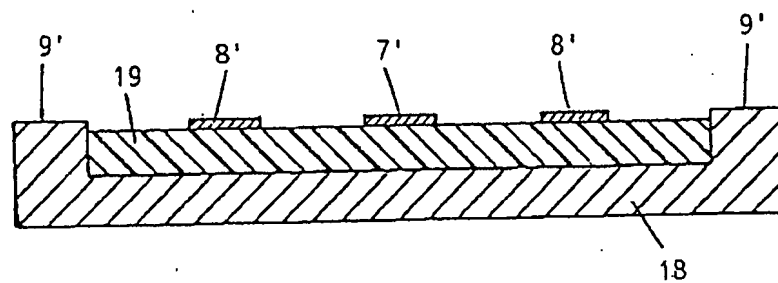


Fig. 7